

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-201555

(43)Date of publication of application : 09.08.1996

(51)Int.CI. G21C 3/328  
G21C 3/62

(21)Application number : 07-026243

(71)Applicant : GENSHIRYOKU ENG:KK  
KANSAI ELECTRIC POWER CO  
INC:THE

(22)Date of filing : 20.01.1995

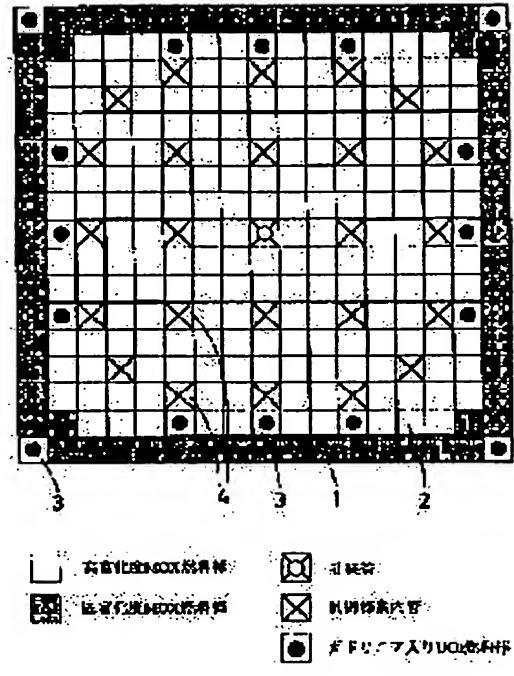
(72)Inventor : AZUMI SATOSHI  
MORI MASAAKI  
USHIO TADASHI

## (54) MOX FUEL ASSEMBLY FOR PWR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain an MOX fuel assembly which suppresses an output peaking operation at the outer circumferential part of a fuel assembly and in which the number of divisions of an enrichment degree for the fuel assembly is reduced by a method wherein a fuel rod to which a flammable poisonous substance such as gadolinia or the like has been added is arranged at the outer circumferential part of the fuel assembly.

**CONSTITUTION:** In a fuel assembly, MOX fuel rods 1, 2 which contain fissionable Pu are bundled nearly in a square matrix while four corner parts ad the outside of control-rod guide tubes 4 at the outermost circumference are excluded, and fuel rods 2 whose enrichment degree is higher are arranged in central parts. Then, fuel rods 3 to which a flammable poisonous substance such as gadolinia or the like has been added are arranged and installed at the outside of the guide tubes 4 as the four corner parts and the outer circumference, and the fuel rods 1 whose enrichment degree is low are arranged and installed. Since the fuel rods 3 which are arranged at nearly equal intervals at the outer circumferential part and to which the poisonous substance has been added absorb neutrons, the generation of a peaking operation at the outer circumferential part is suppressed. Especially, neutrons flow into from three directions at the corner parts, the fuel rods 3 to which the poisonous substance has been added absorb the neutrons, and the output peaking operation can be suppressed at an enrichment degree of 2.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 12.02.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

[application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-201555

(43)公開日 平成8年(1996)8月9日

(51) Int.Cl. <sup>*</sup>	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
G 21 C	3/328	GDP		
	3/62	GDP N		
			G 21 C 3/30	GDP W GDP X GDP T
				審査請求 未請求 請求項の数1 FD (全5頁)

(21)出願番号 特願平7-26243

(22)出願日 平成7年(1995)1月20日

(71)出願人 591212349  
株式会社原子力エンジニアリング  
大阪府大阪市西区土佐堀1丁目3番7号  
(71)出願人 000156938  
関西電力株式会社  
大阪府大阪市北区中之島3丁目3番22号  
(72)発明者 安積 駿  
大阪市北区中之島三丁目3番22号 関西電力株式会社内  
(72)発明者 森 正明  
大阪市西区土佐堀一丁目3番7号 株式会社原子力エンジニアリング内  
(74)代理人 弁理士 宮本 泰一

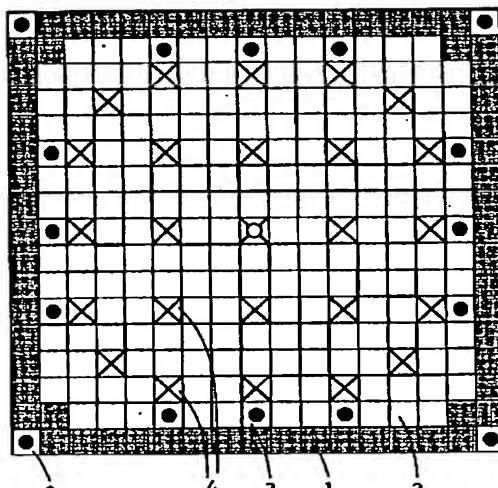
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 PWR用MOX燃料集合体

(57)【要約】

【目的】 PWR用MOX燃料集合体において、燃料棒の種類を削減し、燃料成形加工の工数削減とコストダウンを図る。

【構成】 MOX燃料集合体の各コーナー部と、外周から2列のうちの制御棒案内管4の近傍とに夫々、ガドリニアやエルビア等の可燃性毒物を混入したウラン燃料棒3を配設したことを特徴としている。



□ 高富化度MOX燃料棒

■ 低富化度MOX燃料棒

□ 計装管

□ 制御棒案内管

● ガドリニア入りUO<sub>2</sub>燃料棒

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 核分裂性プルトニウムを含有するMOX燃料棒を集束してなるPWR用MOX燃料集合体において、燃料集合体の各コーナー部と、外周から2列目までとに夫々、ガドリニアやエルビア等の可燃性毒物を混入したウラン燃料棒を配設したことを特徴とするPWR用MOX燃料集合体。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、PWR用MOX燃料集合体に関するものである。 10

【0002】

【従来の技術】 PWRに使用されるMOX燃料集合体は、核特性の点からウラン燃料集合体と混在して炉心に装荷されるが、この場合、中性子吸収断面積の小さいウラン燃料集合体から中性子吸収断面積の大きいMOX燃料集合体への中性子の流入が生じ、境界となる燃料集合体の外周部で出力ビーキングが上昇する。

【0003】 このため現在では、上記中性子流入によるMOX燃料集合体の出力ビーキングを抑制するために、上記燃料集合体内にプルトニウム(Pu)富化度分布を設け、燃料集合体外周部の富化度を低下させている。このような出力ビーキングは、MOX燃料富化度が高い程度しくなる。例えば、現時点で日本において予定されている集合体平均Pu f 富化度6wt%程度の場合、図5に示すように燃料集合体内富化度を高・中・低の3つの富化度に分割する必要がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 すなわち、MOX燃料集合体には上述の如く数種類の富化度分布が存在するため、製造するMOX燃料棒富化度を変更する際に異なる富化度のMOX燃料が混入せぬよう、MOX燃料棒加工ラインのクリーン・アップを行う必要がある。

【0005】 MOX燃料棒加工ラインのクリーン・アップはプルトニウム(Pu)による被曝や核物質防護の観点からウラン燃料棒加工ラインのそれに比べて作業量が大きく、富化度分割数が多いとMOX燃料集合体加工コストの上昇要因となる。

【0006】 本発明は上述の如き実状にもとづき、ガドリニア等の可燃性毒物を混入させた燃料棒を燃料集合体外周部に配置することによって燃料集合体外周部の出力ビーキングを抑制し、燃料集合体内富化度分割数を減少させることを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】 しかして、上記目的に適合する本発明の特徴は、核分裂性プルトニウムを含有するMOX燃料棒を集束してなるPWR用MOX燃料集合体であって、燃料集合体の各コーナー部と、外周から2列目までとに夫々、ガドリニア(Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)やエルビア(Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)等の可燃性毒物を混入したウラン燃料 50

棒を配設したところにある。

【0008】

【作用】 前記したようにMOX燃料集合体はウラン燃料集合体と混在して炉心に装荷されるため、隣接するウラン燃料集合体からの中性子流入が生じるが、上記本発明のMOX燃料集合体においては、燃料集合体外周部にはば等間隔に配設された可燃性毒物入り燃料棒が中性子を吸収するため、燃料集合体外周部において出力ビーキングの発生を抑制することができる。特に、燃料集合体コーナー部においては、3方向に位置するウラン燃料集合体から中性子が流入するが、このコーナー部に配設された可燃性毒物入り燃料棒の中性子吸収により、2富化度でも出力ビーキングを抑制することができる。

【0009】

【実施例】 以下、さらに添付図面を参照して、本発明の実施例を説明する。

【0010】 図1は本発明実施例の17×17配列のPWR用MOX燃料集合体における燃料棒の配置を示す平面図であり、この燃料集合体は、核分裂性Puを含有するMOX燃料棒1、2を4つのコーナー部と最外周の制御棒案内管4の外側とを除いて概略正方形に集束し、外周部よりも中心部により高い富化度のMOX燃料棒を配設している。

【0011】 そして、本発明実施例では、かかるMOX燃料集合体において、上記4つのコーナー部と、上記最外周の制御棒案内管4の外側とに、ガドリニアからなる可燃性毒物を混入したUO<sub>2</sub>燃料棒3を配設すると共に、上記4つの各コーナー部を除く最外周部と、これら各コーナー部の対角線上に隣合う部分とに、低富化度の0.2wt%<sup>33</sup>U+4.2wt%Pu f 燃料棒1を配設している。この低富化度燃料棒1は、前記した従来の3富化度燃料集合体の中富化度に近い富化度である。また上記燃料集合体の残る中心部には、高富化度の0.2wt%<sup>33</sup>U+6.8wt%Pu f 燃料棒2を配設している。

【0012】 上記可燃性毒物入りUO<sub>2</sub>燃料棒3としては、例えば上記MOX燃料集合体では、1.6wt%<sup>33</sup>U+10wt%Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、燃料棒やEr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、燃料棒等が適当である。また、これら可燃性毒物入りUO<sub>2</sub>燃料棒3は、燃料集合体の各コーナー部と、外周から2列目までの範囲内で、前記最外周の制御棒案内管4の近傍とに配設することが可能である。

【0013】 一方、図2は、上記本発明実施例のガドリニア入りMOX燃料集合体を87万kW級PWRに装荷した炉心設計例を示す4分の1炉心図であり、この炉心設計例では、上記実施例のガドリニア入りMOX燃料集合体5を16体、同じく上記実施例の1回燃焼済みガドリニア入りMOX燃料集合体6を16体、夫々装荷している(図中7はウラン燃料集合体である)。ガドリニア入りMOX燃料集合体5には、照射済の可燃性毒物棒(旧BP)を制御棒案内管に挿入してサイクル初期にお

ける出力ビーキングを抑制している。

【0014】すなわち、従来型のMOX燃料集合体は燃料集合体内に可燃性毒物を含まないため、未照射の新BPを挿入して炉心に装荷する必要があるのに対し、上記実施例のガドリニア入りMOX燃料集合体は燃料集合体内に可燃性毒物であるガドリニアを含むため、旧BPの再利用のみによって出力ビーキングを抑制することができ、新BPの節約の点でも有効である。

【0015】また、上記ガドリニア入りMOX燃料集合体装荷炉心の径方向出力ビーキング係数は、その燃焼特性を図3に示すように、炉心寿命を通じて制限値を十分余裕をもって下まわっており、上記実施例の2富化度型のガドリニア入りMOX燃料集合体の採用により、新BPを使用することなく炉心の安全性を確保することができることがわかる。

【0016】しかして、上記本発明実施例のガドリニア入りMOX燃料集合体5(6)はウラン燃料集合体7と混在して炉心に装荷されることから、図4に示すように、隣接するウラン燃料集合体7からの中性子流入が生じるが、燃料集合体外周部に配置されたガドリニア入り燃料棒3が中性子を吸収するため、燃料集合体外周部において出力ビーキングの上昇を抑制することができる。特に、燃料集合体コーナー部においては、3方向に位置するウラン燃料集合体7から中性子が流入するが、このコーナー部に配置されたガドリニア入り燃料棒3の中性子吸収により、図1に示した如き2種類のPu富化度でも出力ビーキングを抑制することができる。

【0017】すなわち、本発明では上記の如き構成によって、燃料集合体の出力ビーキングを従来の3富化度と同等に抑制しながら、上記MOX燃料棒の種類を上記2種に削減し、燃料成形加工のコストを低減することができる。

【0018】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のMOX燃\*

\* 料集合体は、燃料集合体のコーナー部と外周の2列の所定位置に、可燃性の中性子吸収物質である可燃性毒物を混入したウラン燃料棒を配設することにより、MOX燃料富化度分割数を減少させたものであり、従来の3富化度では2回要していたMOX燃料棒加工ラインのクリーン・アップ作業を、2富化度とすることにより1回で済ませると共に、MOX燃料棒の種類を減じて、MOX燃料集合体の製造コスト削減に顕著な効果を期待できる。

【0019】また、ガドリニア入りMOX燃料集合体は可燃性毒物であるガドリニアを含むため、従来型MOX燃料集合体使用時に不可欠であった新BPが不用となるという点でも極めて有効である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施例の17×17配列のPWR用MOX燃料集合体における燃料棒の配置を示す平面図である。

【図2】本発明実施例のMOX燃料集合体をPWRに装荷した炉心設計例を示す図である。

【図3】図2に示す設計例の炉心における径方向出力ビーキング係数の燃焼特性を示すグラフである。

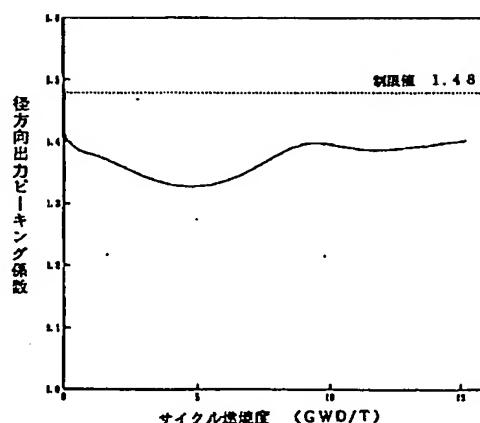
【図4】周囲のウラン燃料集合体から本発明実施例のMOX燃料集合体へ中性子が流入する状態を示す概念図である。

【図5】従来の17×17配列のPWR用MOX燃料集合体における燃料棒の配置を示す平面図である。

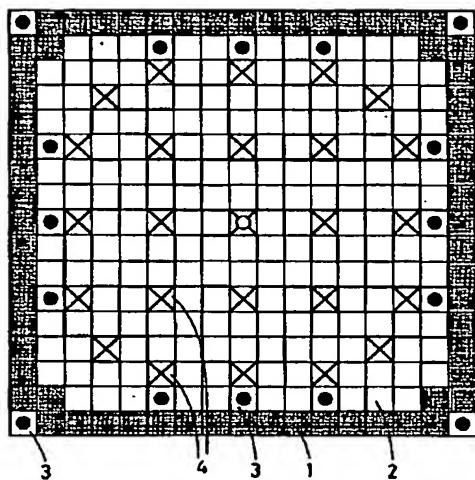
#### 【符号の説明】

- 1 低富化度燃料棒
- 2 高富化度燃料棒
- 3 ガドリニア入りウラン燃料棒
- 4 制御棒案内管
- 5 ガドリニア入りMOX燃料集合体
- 6 燃焼済ガドリニア入りMOX燃料集合体
- 7 ウラン燃料集合体

【図3】

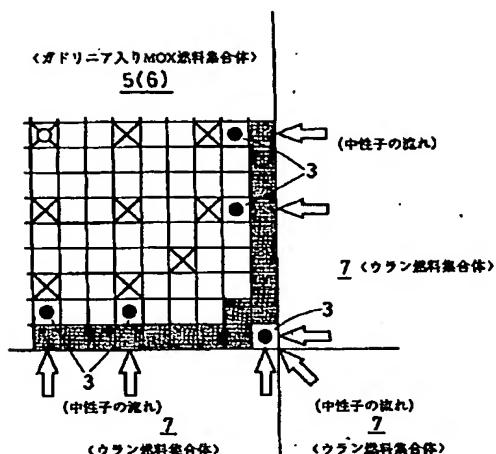


【図1】

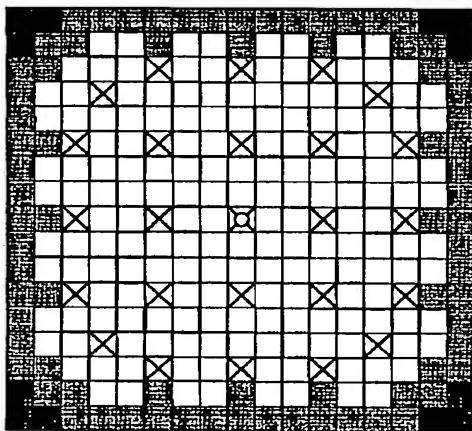


高富化度MOX燃料棒	計数管
中富化度MOX燃料棒	制御格柵内管
低富化度MOX燃料棒	ガドリニア入りUO <sub>2</sub> 燃料棒

【図4】

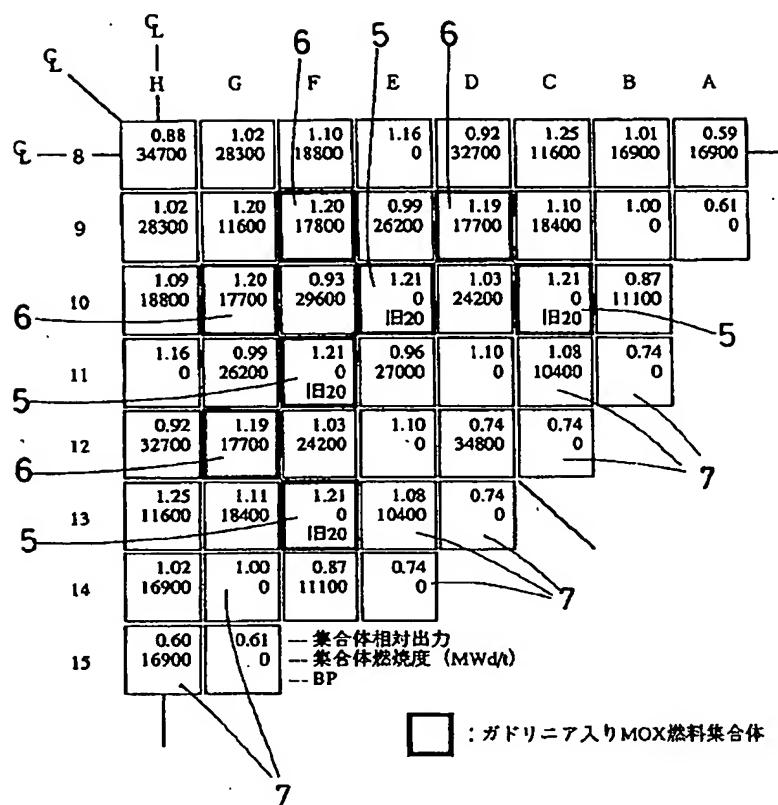


【図5】



高富化度MOX燃料棒	計数管
中富化度MOX燃料棒	制御格柵内管
低富化度MOX燃料棒	

【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 牛尾 直史

大阪市西区土佐堀一丁目3番7号 株式会  
社原子力エンジニアリング内